

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10134380 A**

(43) Date of publication of application: **22.05.98**

(51) Int. Cl.

G11B 7/09
G11B 7/085

(21) Application number: 08289523

(22) Date of filing: **31.10.96**

(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor: YAMADA SHINICHI
EDAHIRO YASUAKI
YAMAGUCHI OSAMU

(54) TRACKING CONTROL DEVICE

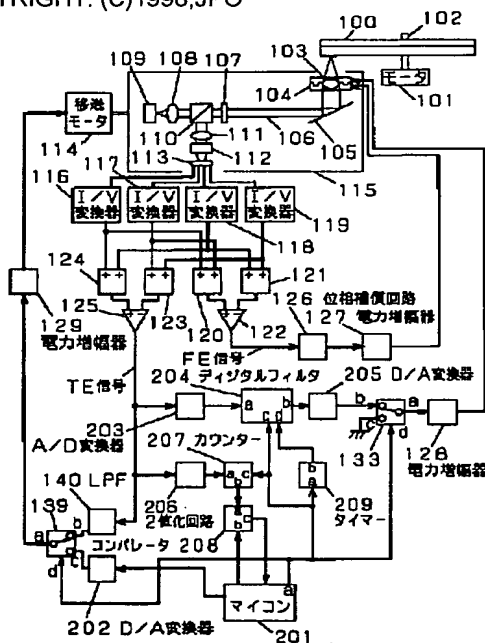
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance tracking control pull-in performance without always widening a tracking control band by raising a gain of a D signal component generating system of a PID control system during the time from immediately after operating a tracking control means to control of a tracking control system.

SOLUTION: At the time of operating the tracking control, a terminal (a) of a microcomputer 201 is made to be H level to operate switches 133 and 139 to connect with their respective terminals (b) and (a). Consequently, a digital filter 204 is released from its clear state, and a focusing lens 103 is driven in accordance with a TE signal. The level change of the terminal (a) from L level to H level is detected by a timer 209 to make its terminal (b) H level during a prescribed period of time from the point of this changing time. After a lapse of the prescribed time, the gain of the D signal component generating system becomes a normal gain. Consequently, the normal tracking control is carried out. In other words, the control band is widened during the prescribed period of time, thus enhancing the tracking control

pull-in performance.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-134380

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月22日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 1 1 B 7/09
7/085

G 1 1 B 7/09
7/085

C
E

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平8-289523

(22) 出願日 平成8年(1996)10月31日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 山田 真一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 枝廣 泰明

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 山口 修

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

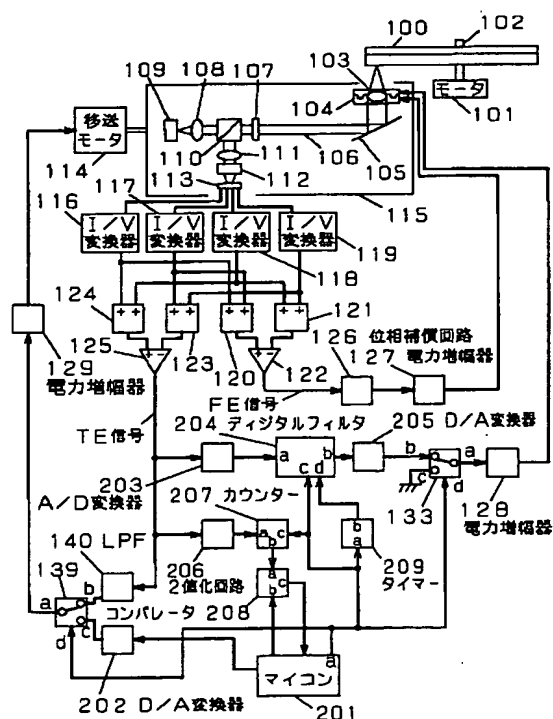
(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54) 【発明の名称】 トラッキング制御装置

(57) 【要約】

【課題】 検索直後に慣性によって移送台115が完全に停止しなくても安定にトラッキング制御の引き込みができるトラッキング制御装置を提供することを目的とする。また、検索直前の集束レンズ103の変位が大きい場合でも目的のトラックに到達した時点での振動が低減できるトラッキング制御装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 T E信号に基づいてトラック上に光ビームがあるようにトラッキングアクチュエータ104をP I D制御するデジタルフィルタ204を備え、検索直後にトラッキング制御が動作を開始して集束レンズ103がトラック上にセtringするまでP I D制御系のI信号成分生成系のゲインを高くする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ディスクの情報面上に照射されている光ビームとトラックの位置ずれを検出するトラックずれ検出手段と、前記光ビームがトラックを横切るように移動する移動手段と、前記トラックずれ検出手段の出力に基づいてトラック上に前記光ビームがあるように前記移動手段を P I D 制御するトラッキング制御手段と、前記トラッキング制御手段を不動作状態にして他のトラックに前記光ビームを移動させる検索手段とを備え、前記検索手段が動作を完了し、前記トラッキング制御手段を動作させた直後より前記トラッキング制御系が安定する迄は、前記 P I D 制御の D 信号成分生成系のゲインを高くするようにしたことを特徴とするトラッキング制御装置。

【請求項 2】 トラッキング制御系が安定したことを所定の時間が経過したことで判定するようにしたことを特徴とする請求項 1 記載のトラッキング制御装置。

【請求項 3】 ディスクの情報面上に照射されている光ビームとトラックの位置ずれを検出するトラックずれ検出手段と、前記光ビームがトラックを横切るように移動する第 1 の移動手段と、前記第 1 の移動手段がトラックを横切るように移動する第 2 の移動手段と、前記トラックずれ検出手段の信号に応じて前記第 1 の移動手段を駆動して前記光ビームがトラック上に位置するように制御するトラッキング制御手段と、前記トラッキング制御手段を不動作状態にして前記第 2 の移動手段を駆動して他のトラックに前記光ビームを移動させる検索手段と、前記検索手段が動作を開始する直前の前記第 1 の移動手段の駆動値 M を記憶し、前記検索手段が動作を開始すると初期値を M として徐々に減少する駆動値で前記第 1 の移動手段を駆動する駆動手段と備えたことを特徴とするトラッキング制御装置。

【請求項 4】 ディスクの情報面上に照射されている光ビームとトラックの位置ずれを検出するトラックずれ検出手段と、前記光ビームがトラックを横切るように移動する第 1 の移動手段と、前記第 1 の移動手段がトラックを横切るように移動する第 2 の移動手段と、前記トラックずれ検出手段の信号に応じて前記第 1 の移動手段を駆動して前記光ビームがトラック上に位置するように制御するトラッキング制御手段と、前記トラックずれ検出手段の出力信号に基づいてトラックに対する前記光ビームの相対速度を検出する相対速度検出手段と、前記トラッキング制御手段を不動作状態にして前記相対速度検出手段の出力信号に基づいて前記第 1 及び第 2 の移動手段を駆動して他のトラックに前記光ビームを移動させる検索手段とを備え、前記検索手段が動作を完了する直前の前記第 1 の移動手段の駆動値 N を記憶し、前記トラッキング制御手段が動作を開始すると初期値を N として徐々に減少する駆動値を前記トラッキング制御手段の駆動値に加算することを特徴とするトラッキング制御装置。

【請求項 5】 ディスクの情報面上に照射されている光ビ

ームとトラックの位置ずれを検出するトラックずれ検出手段と、前記光ビームがトラックを横切るように移動する第 1 の移動手段と、前記第 1 の移動手段がトラックを横切るように移動する第 2 の移動手段と、前記トラックずれ検出手段の信号に応じて前記第 1 の移動手段を駆動して前記光ビームがトラック上に位置するように P I D 制御するトラッキング制御手段と、前記トラックずれ検出手段の出力信号に基づいてトラックに対する前記光ビームの相対速度を検出する相対速度検出手段と、前記トラッキング制御手段を不動作状態にして前記相対速度検出手段の出力信号に基づいて前記第 1 及び第 2 の移動手段を駆動して他のトラックに前記光ビームを移動させる検索手段とを備え、前記検索手段が動作を完了する直前の前記第 1 の移動手段の駆動値 N を記憶し、前記トラッキング制御手段が動作を開始すると前記 P I D 制御の I 信号生成系の積分器の初期値を N に応じた値に設定するようにしたことを特徴とするトラッキング制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、多数の情報トラックを有するディスクに半導体レーザ等を用いて情報の記録又は再生を行う際の、ヘッドの位置決めを行うトラッキング制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来のトラッキング制御装置について図 18 を用いて説明する。

【0003】 図 18 は従来のトラッキング制御装置のブロック図である。ディスク 100 はモータ 101 の回転軸 102 に取り付けられ、所定の回転数で回転している。

【0004】 移送台 115 には、レーザ 109、カップリングレンズ 108、偏光ビームスプリッタ 110、1/4 波長板 107、全反射鏡 105、光検出器 113、アクチュエータ 104 が取り付けられており、移送台 115 は、たとえば DC モータ等の移送モータ 103 によってディスク 100 の半径方向に移動するように構成されている。

【0005】 移送台 115 に取り付けられたレーザ 109 より発生した光ビームは、カップリングレンズ 108 で平行光にされた後に、偏光ビームスプリッタ 110、1/4 波長板 107 を通過し、全反射鏡 105 で反射され、集束レンズ 103 によりディスク 100 の情報面上に集束して照射される。

【0006】 ディスク 100 の情報面により反射された反射光は、集束レンズ 103 を通過して全反射鏡 105 で反射され、1/4 波長板 107、偏光ビームスプリッタ 110、検出レンズ 111、円筒レンズ 112 を通過して 4 分割された光検出器 113 上に照射される。集束レンズ 103 はアクチュエータ 104 の可動部に取り付けられている。アクチュエータ 104 はフォーカス用コ

イル、トラッキング用コイル、フォーカス用の永久磁石及びトラッキング用の永久磁石より構成されている。したがって、アクチュエータ104のフォーカス用コイル（図示せず。）に電力増幅器127を用いて電圧を加えるとコイルに電流が流れ、コイルはフォーカス用の永久磁石（図示せず。）から磁気力を受ける。よって、集束レンズ103はディスク100の面と垂直な方向（図では上下方向）に移動する。集束レンズ103は光ビームの焦点とディスクの情報面とのずれを示すフォーカスエラー信号に基づいて光ビームの焦点が常にディスク100の情報面に位置するように制御されている。

【0007】また、このトラッキング用コイル（図示せず。）に電力増幅器128を用いて電圧を加えると、コイルに電流が流れ、トラッキング用の永久磁石（図示せず。）から磁気力を受ける。よって、集束レンズ103はディスク100の半径方向、すなわちディスク100上のトラックを横切るように（図上では左右に）移動する。

【0008】光検出器113上に照射されたディスクからの反射光は、4分割された光検出器113によってそれぞれ電流に変換され、I/V変換器116、117、118、119に入力される。I/V変換器116、117、118、119は、入力される電流をその電流レベルに応じて電圧に変換する。加算器120、121、123、124は入力信号を加算する。差動増幅器122は入力電圧の差を演算し、演算した値を出力する。図18に示した光学系は一般に非点収差法と呼ばれるフォーカスエラー検出方式を構成している。従って、差動増幅器122の出力が光ビーム106の焦点とディスク100の情報面とのずれを示すフォーカスエラー信号（以下、FE信号という。）となる。FE信号は、位相補償回路126を介して電力増幅器127に送られる。電力増幅器127によりアクチュエータ104のフォーカス用コイルに電流が流れる。位相補償回路126はフォーカス制御系を安定にする。FE信号に応じて集束レンズ103が駆動されるので光ビームの焦点が常に情報面上に位置する。

【0009】差動増幅器125は入力電圧の差を演算し、演算した値を出力する。図18に示した光学系は一般にプッシュプル法と呼ばれるトラッキングエラー検出方式を構成している。従って、差動増幅器125の出力が光ビーム106の焦点とディスク100のトラックとのずれを示すトラッキングエラー信号（以下、TE信号と言う。）となる。TE信号は、位相補償回路180、スイッチ133を介して電力増幅器128に送られる。電力増幅器128によりアクチュエータ104のトラッキング用コイルに電流が流れる。位相補償回路180はトラッキング制御系を安定にする。TE信号に応じて集束レンズ103が駆動されるので光ビームの焦点が常にトラックに位置する。また、TE信号はローパスフ

イルタ140、スイッチ139を介して電力増幅器129に送られる。従って、移送モータ114はTE信号の低周波成分に応じて制御される。即ち、トラッキング制御系においては、高い周波数の外乱に対してはアクチュエータ104で追従し、低い周波数成分の外乱に対してはDCモータ等の移送モータ114で追従する構成になっている。

【0010】ディスク100には、多数のトラックが形成されているので目的のトラックにビーム106の焦点を移動する検索が行われる。検索について説明する。検索は以下の手順で行われる。まず、スイッチ133、139の端子aと端子cを接続することでトラッキング制御を不動作状態にする。次に、D/A変換器202に所定の値を設定して移送モータ114を駆動して目的のトラックまで移送台115を送る。目的のトラックに到達した時点で再度トラッキング制御を動作させる。ところで、目的のトラックに到達した時点で移送モータ114の駆動電圧をTE信号の低周波数成分に切り換えても慣性によって移送台115は完全には停止しない。

【0011】図19を用いて目的のトラックに到達した時点での動作を説明する。(a)は移送台115が目的のトラックに到達した時点でのアクチュエータ104の状態を示す。図の水平方向がディスクの径方向に対応している。検索中に移送台115は図の左側から右側に向かって移動したとする。移送台115が目的のトラックに到達した時点で集束レンズ103は中心位置にある。即ち、バネ1とバネ2の長さは等しい。この状態でトラッキング制御が動作を開始する。しかしながら、上述したように移送台115は急には停止できないので右側に移動する。移送台115の動きは、トラッキング制御系にとっては外乱になる。従って、集束レンズ103が目的のトラックに追従して、バネ1は短くなり、バネ2は延びる。また、外乱の量に応じて制御誤差Eが増大する。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】目的のトラックに到達した時点で移送モータ114の駆動電圧をTE信号の低周波数成分に切り換えても慣性によって移送台115は完全には停止しない。従って、トラッキング制御系の追従性能が低い場合には制御誤差Eが増大して、光ビームは目的のトラックを追従できなくなる。尚、制御誤差を小さくするためにトラッキング制御の制御帯域を広げることが考えられる。しかしながら、TE信号に含まれるノイズが増幅されトラッキング用コイルに常時過大な電流が流れ、コイルが燃えるなどの問題が発生する。従って、常にトラッキング制御の制御帯域を広げることはいえない。

【0013】また、検索直前にディスクの偏心等により図19(b)の状態になる場合がある。この状態でトラッキング制御系を不動作にしてトラッキング用コイルに

流す電流をゼロにすると、集束レンズ103はバネによって中心位置に向かって移動する。尚、中心位置とは(a)の状態である。通常のアクチュエータは固有周波数で振動し易い特性になっている。従って、集束レンズ103は、電流が零になると固有周波数でディスクの径方向の振動を始める。検索直前の集束レンズ103の変位が大きい場合には目的のトラックに到達した時点でも振動が継続している。この振動はトラッキング制御系の外乱になるのでトラッキング制御の引き込みが不安定になる。

【0014】本願発明は、上記問題点に鑑み、慣性によって移送台115が完全に停止しなくても安定にトラッキング制御の引き込みができるトラッキング制御装置を提供することを目的とする。

【0015】また、検索直前の集束レンズ103の変位が大きい場合でも目的のトラックに到達した時点での振動が低減でき安定にトラッキング制御の引き込みができるトラッキング制御装置を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため、請求項1にかかるトラッキング制御装置は、ディスクの情報面上に照射されている光ビームとトラックの位置ずれを検出するトラックずれ検出手段と、前記光ビームがトラックを横切るように移動する移動手段と、前記トラックずれ検出手段の出力に基づいてトラック上に前記光ビームがあるように前記移動手段をPID制御するトラッキング制御手段と、前記トラッキング制御手段を不動作状態にして他のトラックに前記光ビームを移動させる検索手段とを備え、前記検索手段が動作を完了し、前記トラッキング制御手段を動作させた直後より前記トラッキング制御系が整定する迄は、前記PID制御のD信号成分生成系のゲインを高くするようにしたものである。

【0017】請求項2にかかるトラッキング制御装置は、請求項1に記載のトラッキング制御装置においてトラッキング制御系が整定したことを所定の時間が経過したことで判定するようにしたものである。

【0018】請求項3にかかるトラッキング制御装置は、ディスクの情報面上に照射されている光ビームとトラックの位置ずれを検出するトラックずれ検出手段と、前記光ビームがトラックを横切るように移動する第1の移動手段と、前記第1の移動手段がトラックを横切るように移動する第2の移動手段と、前記トラックずれ検出手段の信号に応じて前記第1の移動手段を駆動して前記光ビームがトラック上に位置するように制御するトラッキング制御手段と、前記トラッキング制御手段を不動作状態にして前記第2の移動手段を駆動して他のトラックに前記光ビームを移動させる検索手段と、前記検索手段が動作を開始する直前の前記第1の移動手段の駆動値Mを記憶し、前記検索手段が動作を開始すると初期値をM

として徐々に減少する駆動値で前記第1の移動手段を駆動する駆動手段とを備えたものである。

【0019】請求項4にかかるトラッキング制御装置は、ディスクの情報面上に照射されている光ビームとトラックの位置ずれを検出するトラックずれ検出手段と、前記光ビームがトラックを横切るように移動する第1の移動手段と、前記第1の移動手段がトラックを横切るように移動する第2の移動手段と、前記トラックずれ検出手段の信号に応じて前記第1の移動手段を駆動して前記光ビームがトラック上に位置するように制御するトラッキング制御手段と、前記トラックずれ検出手段の出力信号に基づいてトラックに対する前記光ビームの相対速度を検出する相対速度検出手段と、前記トラッキング制御手段を不動作状態にして前記相対速度検出手段の出力信号に基づいて前記第1及び第2の移動手段を駆動して他のトラックに前記光ビームを移動させる検索手段とを備え、前記検索手段が動作を完了する直前の前記第1の移動手段の駆動値Nを記憶し、前記トラッキング制御手段が動作を開始すると初期値をNとして徐々に減少する駆動値を前記トラッキング制御手段の駆動値に加算するようにしたものである。

【0020】請求項5にかかるトラッキング制御装置は、ディスクの情報面上に照射されている光ビームとトラックの位置ずれを検出するトラックずれ検出手段と、前記光ビームがトラックを横切るように移動する第1の移動手段と、前記第1の移動手段がトラックを横切るように移動する第2の移動手段と、前記トラックずれ検出手段の信号に応じて前記第1の移動手段を駆動して前記光ビームがトラック上に位置するようにPID制御するトラッキング制御手段と、前記トラックずれ検出手段の出力信号に基づいてトラックに対する前記光ビームの相対速度を検出する相対速度検出手段と、前記トラッキング制御手段を不動作状態にして前記相対速度検出手段の出力信号に基づいて前記第1及び第2の移動手段を駆動して他のトラックに前記光ビームを移動させる検索手段とを備え、前記検索手段が動作を完了する直前の前記第1の移動手段の駆動値Nを記憶し、前記トラッキング制御手段が動作を開始すると前記PID制御のI信号生成系の積分器の初期値をNに応じた値に設定するようにしたものである。

【0021】

【発明の実施の形態】本発明のトラッキング制御装置は、慣性によって移送台115が完全に停止しなくても安定にトラッキング制御の引き込みができる。また、検索直前の集束レンズ103の変位が大きい場合でも目的のトラックに到達した時点での振動が低減できる。

【0022】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

(実施の形態1) 以下、本発明の実施の形態1によるトラッキング制御装置について、そのブロック図である図

1を用いて説明する。図18に示した従来例と同様なブロックには同一の番号を付して説明を省略する。TE信号は、アナログ・デジタル変換器203でデジタル信号に変換される。以下、A/D変換器と記す。A/D変換器203の出力値はデジタルフィルタ204に送られる。デジタルフィルタ204は、位相補償回路でありトラッキング制御系を安定にする。位相補償回路は、比例動作、積分動作及び微分動作を行うPID動作を実現する。Pが比例動作に、Iが積分動作に、Dが微分動作に対応する。デジタルフィルタ204は、端子cがローレベルの場合はクリアー状態となる。端子dがハイレベルになるとPID動作のI信号成分生成系のゲインが高くなる。デジタルフィルタ204の出力はデジタル・アナログ変換器205、スイッチ133を介して電力増幅器128に送られる。電力増幅器128によりアクチュエータ104のトラッキング用コイルに電流が流れる。以下、デジタル・アナログ変換器をD/A変換器と記す。2値化回路206は、零レベルを基準にしてTE信号をハイレベル又はローレベルに変換する。カウンタ207は端子aに入力される信号の立ち上がりエッジを計数する。計数値は端子bから出力される。尚、端子cがハイレベルの場合は計数値がクリアーされる。コンパレータ208は端子aに入力されるデータと端子bに入力されるデータが等しいと端子cをハイレベルにする。タイマー209は、端子aがローレベルからハイレベルに変わるとその時点から時間 T_{up} の期間だけ端子bをハイレベルにする。従って、上述したデジタルフィルタ204のI信号成分生成系のゲインが高くなる。

【0023】次にデジタルフィルタ204について説明する。図1に示したデジタルフィルタ204のブロック図を図2に示す。図2において入力端子300は図1のA/D変換器203に、端子320はマイコン201の端子aに、端子316はD/A変換器205に、端子321はタイマー209の端子bにそれぞれ接続されている。スイッチ303、314は端子dがハイレベルの場合は端子aと端子bが接続され、ローレベルの場合は端子aと端子cが接続される。スイッチ303は、フィルタの入力信号をデジタルに変換されたTE信号又は零に切り換える。スイッチ314は、乗算器313の入力信号又は出力信号を切り換えて出力する。加算器304、315、317は、入力信号を加算して出力する。減算器312は入力信号を減算して出力する。乗算器311、313、319は、入力信号に係数を乗算し出力する。このデジタルフィルタ204は周期Tの基準クロックCLKの立ち上がりエッジに同期して動作しており、遅延回路310、318は入力信号を周期Tの時間だけ遅延し出力する。遅延回路310、318は端子aに入力されるデジタルデータを基準クロックCLKの立ち上がりエッジに同期して記憶して端子bより出

力するランダムアクセスメモリ(RAM)で構成されている。以下では、遅延器318のRAMをRAM1と、遅延器310のRAMをRAM2と言う。デジタルフィルタ204の点線で示したブロックAはトラッキング制御系の低域のゲインを高くする位相遅れ補償フィルタである。ブロックAは、I信号生成系であり、積分器である。ブロックBはゲイン交点近傍の位相余裕を確保するための位相進み補償フィルタである。ブロックBはD信号生成系である。即ち、デジタルフィルタ204はPID制御系を実現するための位相補償フィルタである。遅延回路310、318は端子cがローレベルになると記憶している値がクリアーされる。即ち、遅延の動作を停止する。

【0024】図3にデジタルフィルタ204のゲイン及び位相の特性を示す。一般にボード線図と呼ばれる特性図である。実線が端子321がローレベルの場合の特性を、点線がハイレベルの場合の特性を示す。特性

(a)がブロックAの特性を、特性(b)がブロックBの特性を、特性(c)がブロックA、ブロックB及びP信号を加算した全体の特性を各々示す。なお、縦軸はゲイン及び位相を示し、横軸は周波数を示している。ブロックAの特性(a)は、積分を示しゲインの傾きは -20 dB/dec となる。また、ブロックBの特性(b)の f_{g1} 近傍のゲインの傾きは、ほぼ 20 dB/dec となる。特性(c)に示した周波数 f_{g1} がトラッキング制御系のゲイン交点でありその周波数で位相余裕を確保するために位相進みが最大になっている。また、ブロックAの位相遅れ補償フィルタの効果が現れるのは周波数 f_1 以下でありそれに伴って位相が遅れている。なお、一般に f_{g1} は数 100 Hz から数 kHz に設定されている。端子321がハイレベルの場合はD信号成分生成系であるブロックBのゲインが高くなる。ゲインの差は、乗算器313の係数値に対応する。例えば、乗算器313の係数値が2の場合は、 6 dB だけゲインが高くなる。尚、以下では係数が2であるとして説明する。

【0025】次に、アクチュエータ104の特性を説明する。図4はアクチュエータ104の周波数特性を示す。一般にボード線図と呼ばれる図である。横軸が周波数を示す。特性図(a)の縦軸がゲインを示す。特性図(b)の縦軸が位相を示す。アクチュエータ104の集束レンズ103はバネを介して移送台115に取り付けられている。また、バネにはゴム等の粘性を持った物質が張り付けられている。電力増幅器128によってコイルに流れる電流を i とし、集束レンズ103の位置を x とすると、 x と i の関係は(数1)の微分方程式で表すことができる。

【0026】

【数1】

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\alpha w \frac{dx}{dt} + w^2 x = w^2 i$$

【0027】wは一般に固有角周波数と呼ばれ、aは減衰率と呼ばれる。(数1)をボード線図で表すと上述した図4のボード線図になる。従って、周波数が50Hzでゲインは高くなり、位相は-90度となる。また、50Hzより低い周波数では、感度は周波数に因らず一定で、位相遅れは無い。また、50Hzより高い周波数では-40dB/decの傾きになっている。本実施例では一例として固有周波数を50Hzとしたが、アクチュエータによって異なることは当然である。

【0028】トラッキング制御について説明する。トラッキング制御を動作させる場合は、マイコン201は端子aをハイレベルにしてスイッチ133、139の端子bと端子aを接続する。従って、デジタルフィルタ204はクリアー状態が解除され、集束レンズ103はTE信号に応じて駆動される。タイマー209は、端子aのレベルがローレベルからハイレベルに変化したことを検出して、その時点より時間Tupの期間端子bをハイレベルにする。時間Tup経過後はD信号成分生成系は通常のゲインになる。従って、通常のトラッキング制御が行われる。図5を用いてトラッキング制御系の開ループ特性を説明する。実線が端子321がローレベルの場合の特性を、点線がハイレベルの場合の特性を示す。特性図(a)はゲイン特性を示す。特性図(b)は位相特性を示す。横軸が周波数を示す。特性図(a)の縦軸がゲインを示す。特性図(b)の縦軸が位相を示す。トラッキング制御系の開ループ特性は、デジタルフィルタ204とアクチュエータ104の伝達関数を乗算した特性になる。従って、fg1以下の周波数ではゲインが高くなり、fg1近傍の周波数では位相が進む。点線で示した端子321がハイレベルの場合は、D信号成分のレベルが高くなるのでゲイン交点近傍のゲインが高くなる。従って、ゲイン交点がfg1からfg2に変化する。即ち、制御帯域が広がる。尚、位相も進むので十分な位相余裕が確保でき制御系が不安定になることはない。即ち、時間Tupの期間は制御帯域が広くなり、トラッキング制御の引き込み性能が向上する。

【0029】次に検索について説明する。図6の波形(b)に光ビームがトラックを横断したときのTE信号を示す。模式図(a)はトラックを示す。TE信号は、トラックの中心とトラック間で零になる。波形(c)が2値化回路206の出力信号を示す。立ち上がりエッジがトラック中心を示す。尚、立ち上がりエッジから次の立ち上がりエッジの期間が光ビームが1トラックを横断する期間である。従って、トラックピッチをTphとし、立ち上がりエッジから次の立ち上がりエッジの時間をTwとするとトラックに対する光ビームの相対速度はTph/Twである。ここでトラック1からトラック2へ

10

の検索を説明する。横断するトラック本数は3本である。マイコン201は、端子aをローレベルにしてD/A変換器202に値を設定する。従って、光ビームはトラック2に向かって移動を開始する。また、マイコン201はコンパレータ208の端子bに3を設定する。カウンタ207は、端子aに入力される信号の立ち上がりエッジを計数する。従って、光ビームがトラック2に到達した時点でカウンタ207の出力は3になる。カウンタ207の出力が3になるとコンパレータ208の端子aと端子bの値が等しくなるので、コンパレータ208の出力はハイレベルになる。マイコン201はコンパレータ208の出力信号がハイレベルになると端子aをハイレベルにしてトラッキング制御を動作させる。タイマー209は端子aがローレベルからハイレベルに変化すると時間Tupの期間端子bをハイレベルにする。従って、上述したようにデジタルフィルタ204のD信号成分のレベルが高くなりトラッキング制御の引き込み性能が向上する。時間Tupは、トラッキングアクチュエータ104が整定し、光ビームがトラックのほぼ中心にセトリングする迄の時間である。時間Tupは通常数msに設定する。従って、トラッキング用コイルに常時過大な電流が流れこと無く、トラッキング制御の制御帯域を広げることができる。

【0030】(実施の形態2)以下、本発明の実施の形態2によるトラッキング制御装置について、そのブロック図である図7を用いて説明する。図18に示した従来例と同様なブロックには同一の番号を付して説明を省略する。位相補償回路200は、トラッキング制御系を安定にするためのフィルタである。端子cがローレベルの場合はクリアー状態であり出力は零になる。信号発生回路280は、端子cがハイレベルからローレベルに変化するとその直前の端子aのレベルMを取り込む。そして、端子bから初期値をMとして徐々に減少する信号を出力する。尚、端子cがハイレベルになると端子bのレベルを強制的に零にする。

【0031】トラッキング制御について説明する。トラッキング制御を動作させる場合は、マイコン281は端子aをハイレベルにしてスイッチ133、139の端子bと端子aを接続する。従って、位相補償回路200はクリアー状態が解除され、集束レンズ103はTE信号に応じて駆動される。図8にトラッキング制御状態での位相補償回路200の端子bの出力信号を示す。ディスク100には偏心があるのでその偏心に追従するための電圧が出力される。時間Ttがディスクが1回転する時間である。尚、ディスクの回転の周波数はアクチュエータの固有周波数である50Hzより低いとする。従って、位相補償回路200の端子bの出力信号はほぼ集束レンズ103の変位に対応する。図9に偏心に対する集束レンズ103の位置を示す。模式図(a)は偏心が無い場合を示し、模式図(b)に偏心がある場合を示す。

偏心が無い場合は、移送台115がトラックにほぼ追従するので集束レンズ103は中心位置に位置し、パネ1とパネ2の長さは等しくなる。偏心がある場合は、移送モータ114は偏心による外乱に追従できないので集束レンズ103が偏心に追従する。従って、集束レンズ103は中心位置からずれた位置に位置する。パネ1とパネ2の長さは異なる。ところで、この状態でトラッキング用コイルの電流を零にすると集束レンズ103はパネ1、2によって中心に向かって移動を開始する。従って、集束レンズ103は、固有周波数50Hzで振動する。

【0032】検索について説明する。マイコン281は端子aをローレベルにしてスイッチ133、139の端子aと端子cを接続する。従って、トラッキング制御が不動作状態になる。次に、D/A変換器202に所定の値を設定して移送モータ114を駆動して目的のトラックの方向に移送台115を移動させる。また、信号発生回路280は端子cがハイレベルからローレベルに変化するので、その直前の位相補償回路200の出力信号のレベルMを取り込む。そして、端子bから初期値をMとして徐々に減少する信号を出力する。トラッキング用コイルに流れる電流が検索を開始した直後に零にならないので集束レンズ103が振動することがない。

【0033】信号発生回路280を図10のブロック図を用いて説明する。端子350は位相補償回路200の端子bに、端子353はマイコン281の端子aに、端子351はスイッチ133の端子cに接続されている。乗算器356は、入力信号に係数を乗算し出力する。なお、係数は1未満の値となっている。この信号発生回路280は周期Tの基準クロックCLKの立ち上がりエッジに同期して動作している。遅延回路355は端子aに入力されるデジタルデータを基準クロックCLKの立ち上がりエッジに同期して記憶して端子bより出力するランダムアクセスメモリ(RAM)で構成されている。遅延回路355には外部より所定のデータを書き込める機能が付加されている。端子dがデータを入力する端子で、端子eが書き込みパルスを入力する端子である。端子eに書き込みパルスが入力されるとその時の端子dに設定されたデータがRAMに記憶される。立ち下がりエッジ検出回路354は、入力信号の立ち下がりエッジを検出してパルスを出力する。従って、端子353のレベルがハイレベルからローレベルに変化すると遅延回路355の端子eに書き込みパルスが入力される。即ち、検索を開始する直前の位相補償回路200の端子bの信号レベルMが遅延回路355のRAMに記憶される。乗算器356の係数は1未満であるので基準クロックCLKの立ち上がりエッジ毎に遅延回路355の端子aのレベルは徐々に小さくなる。

【0034】図11を用いて信号発生回路280の動作を説明する。波形(a)は位相補償回路200の端子b

の信号を示す。波形(b)はマイコン281の端子aの信号を、波形(c)は信号発生回路280の端子bの信号を、波形(d)はスイッチ133の端子aの信号を、波形(e)の実線は集束レンズ103の変位量を示す。時間t0にトラッキング制御が不動作状態になる。信号発生回路280は位相補償回路200の端子bの時間t0の値Mを取り込む。そして、端子bから初期値をMとして徐々に減少する信号を出力する。従って、スイッチ133の端子aの信号は時間t0以降に徐々に減少する信号になる。トラッキング用コイルに流れる電流も波形(d)に応じた信号になるので集束レンズ103の動きは波形(e)の様に徐々に零に近づいていく。時間t1でトラッキング制御が動作状態になる。集束レンズ103の変位は零であるのでトラッキング制御の引き込みは安定になる。これに対し、検索開始直後にトラッキング用コイルの電流を零にした場合の集束レンズ103の動きを波形(e)の点線で示す。急激に電流が零になるので上述したように集束レンズ103は固有周波数で振動する。時間t1でも振動は小さくならない。従って、集束レンズ103が変位し、かつ振動しているのでトラッキング制御の引き込みが不安定になる。

【0035】(実施の形態3)以下、本発明の実施の形態3によるトラッキング制御装置について、そのブロック図である図12を用いて説明する。図18に示した従来例と同様なブロックには同一の番号を付して説明を省略する。2値化回路206は、零レベルを基準にしてTE信号をハイレベル又はローレベルに変換する。カウンタ207は端子aに入力される信号の立ち上がりエッジを計数する。計数値は端子bから出力される。尚、端子cがハイレベルの場合は計数値がクリアされる。コンパレータ208は端子aに入力されるデータと端子bに入力されるデータが等しいと端子cをハイレベルにする。なお、2値化回路206、カウンタ207、コンパレータ208は、実施の形態1で用いたブロックと同様である。従って、カウンタ207の計数値は光ビームが横断したトラック本数を示す。また、コンパレータ208の出力がハイレベルになると目的のトラックに到達したタイミングである。

【0036】位相補償回路200は、トラッキング制御系を安定にするためのフィルタである。端子cがローレベルの場合はクリア状態であり出力は零になる。信号発生回路280は、端子cがハイレベルからローレベルに変化するとその時点での端子aのレベルNを取り込む。そして、端子bから初期値をNとして徐々に減少する信号を出力する。尚、端子cがハイレベルになると端子bのレベルを強制的に零にする。なお、位相補償回路200、信号発生回路280は実施の形態2で用いた回路と同様である。加算器406は入力信号を加算して出力する。減算器403は、入力信号を減算して出力する。速度検出回路404は入力信号の周期を測定し、そ

の測定値に基づいて光ビームの移動速度を計算して出力する。インバータ407は入力信号を反転して出力する。基準速度発生回路405は、カウンタ207の計数値に応じて移送台115の検索時の目標の移動速度を出力する。LPF400は、ローパスフィルタである。

【0037】トラッキング制御について説明する。トラッキング制御を動作させる場合は、マイコン401は端子aをハイレベルにしてスイッチ133、139の端子bと端子aを接続する。従って、位相補償回路200はクリア状態が解除され、集束レンズ103はTE信号に応じて駆動される。なお、信号発生回路280の出力信号のレベルは零とする。トラッキング制御状態での位相補償回路200の端子bの出力信号は、実施の形態2で用いた図8の波形と同様である。ディスク100には偏心があるのでその偏心に追従するための電圧が出力される。時間Ttがディスクが1回転する時間である。この状態から検索を開始する。

【0038】検索について説明する。なお、100本のトラックを横断する検索として説明する。マイコン401は端子bを介して基準速度発生回路405およびコンパレータ208に100を設定する。基準速度発生回路405は、カウンタ207の計数値に応じて基準速度を発生する。基準速度に応じて移送台115が制御される。図13に基準速度と計数値の関係を示す。 $V1 < V2 < V3$ である。計数値が40までは加速し、60以降は減速する。80からは一定速となる。なお、計数値は、上述したように光ビームが横断したトラック本数を示す。減算器403は光ビームの移動速度と基準速度の差を出力する。以下、この差を速度誤差信号という。速度誤差信号は電力増幅器128を介してトラッキング用コイルに送られる。また、LPF400を介して移送モータ114に送られる。従って、移送台115は基準速度になるように制御される。なお、速度誤差信号の低周波数の信号成分で移送モータ114が駆動されるので、基準速度が変化するタイミングを除いて移送モータ114の駆動値は基準速度に応じた信号になる。また、トラッキング用コイルに流れる電流はディスクの偏心に応じた電流になる。

【0039】図14の波形を用いて説明する。波形

(a)は位相補償回路200の出力信号を、波形(b)はマイコン401の端子aの出力信号を、波形(c)はLPF400の出力信号を、波形(d)は減算器403の出力信号を、波形(e)は信号発生回路280の出力信号を、波形(f)は加算器406の出力信号をそれぞれ示す。波形(a)はディスク100に偏心がある場合の信号を示している。時間t10でマイコン401の端子aがローレベルになり、検索が開始される。LPF400の出力信号は、基準速度発生回路405の出力波形に応じた波形となる。即ち、移送モータ114が基準速度とほぼ等しくなるように駆動される。従って、集束レ

ンズ103はディスクの偏心成分にのみ追従するように駆動される。駆動電流は波形(d)に示すようにディスクの偏心に応じた波形になる。時間t11でカウンタ207の計数値が100になりコンパレータ208の出力がハイレベルになる。マイコン401は端子aをハイレベルにしてスイッチ133、139の端子aと端子bを接続する。従って、トラッキング制御系が動作を開始する。

【0040】次に信号発生回路280の動作を説明する。マイコン401の端子aの出力がハイレベルになる時間t11の直前の減算器403の出力値をNとする。マイコン401の端子aの信号はインバータ407を介して信号発生回路280の端子cに入力される。従って、信号発生回路280は、時間t11の減算器403の出力信号のレベルNを取り込み、初期値をNとして徐々に減少する信号を出力する。信号発生回路280の動作は実施の形態2の動作と同様である。レベルNはディスクの偏心に追従するためのアクチュエータの駆動電圧である。従って、時間t11でトラッキング制御系が動作を開始しても集束レンズ103が一旦中心位置にもどることがない。仮に、信号発生回路280の出力が常時零であるとする位相補償回路200の出力が時間t11で零であるので、波形(f)に点線で示すように一旦出力レベルが下がる。即ち、集束レンズ103が一旦中心位置に戻ろうとする。偏心が大きい場合には安定に目的のトラックにトラッキング制御を引き込むことができない。

【0041】(実施の形態4)以下、本発明の実施の形態4によるトラッキング制御装置について、そのブロック図である図15を用いて説明する。図12に示した実施の形態3と同様なブロックには同一の番号を付して説明を省略する。実施の形態3と異なる点は信号発生回路280、インバータ407、加算器406が削除され、デジタルフィルタ204がデジタルフィルタ500に置き換わっている点である。また、A/D変換器501、D/A変換器502が追加されている。デジタルフィルタ500について図16を用いて説明する。図16はデジタルフィルタ500のブロック図を示す。端子700はA/D変換器501に接続されている。端子762はD/A変換器502に、端子761はマイコン401の端子aに、端子763は減算器403の出力端子にそれぞれ接続されている。実施の形態4のデジタルフィルタ500が実施の形態1のデジタルフィルタ204と異なる点は、D信号成分生成系にゲインの切り替え機能が無いことである。また、RAM1の機能である。RAM1には外部より所定のデータを書き込める機能が付加されている。RAM1の端子dがデータを入力する端子で、端子eが書き込みパルスを入力する端子である。端子eに書き込みパルスが入力されるとその時の端子dに設定されたデータがRAM1の値に記憶され

15

る。書き込みパルスは、端子 7 6 1 がハイレベルからローレベルに変わると、立ち下がりエッジを検出して書き込みパルスを出力する。従って、検索動作が終了して再度トラッキング制御を動作させる直前の減算器 4 0 3 の値 N が A/D 変換器 7 6 4 によって RAM 1 に書き込まれる。従って、I 信号成分生成系は、初期値 N として動作を開始する。尚、乗算器 3 1 9 の係数は 1 とする。乗算器 3 1 9 の係数が 1 でない場合は、乗算した結果が N になる値を RAM 1 に書き込む。

【0042】図 17 の波形を用いて説明する。波形

(a) はデジタルフィルタ 5 0 0 の出力信号を、波形 (b) はマイコン 4 0 1 の端子 a の出力信号を、波形 (c) は LPF 4 0 0 の出力信号を、波形 (d) は減算器 4 0 3 の出力信号を、波形 (e) はスイッチ 1 3 3 の出力信号をそれぞれ示す。波形 (a) はディスク 1 0 0 に偏心がある場合の信号を示している。時間 $t 2 0$ でマイコン 4 0 1 の端子 a がローレベルになり、検索が開始される。LPF 4 0 0 の出力信号は、基準速度発生回路 4 0 5 の出力波形に応じた波形となる。即ち、移送モータ 1 1 4 が基準速度とほぼ等しくなるように駆動される。従って、集束レンズ 1 0 3 はディスクの偏心成分にのみ追従するように駆動される。駆動電流は波形 (d) に示すようにディスクの偏心に応じた波形になる。時間 $t 2 1$ でカウンタ 2 0 7 の計数値が 1 0 0 になりコンパレータ 2 0 8 の出力がハイレベルになる。マイコン 4 0 1 は端子 a をハイレベルにしてスイッチ 1 3 3、1 3 9 の端子 a と端子 b を接続する。従って、トラッキング制御系が動作を開始する。マイコン 4 0 1 の端子 a の出力がハイレベルになる時間 $t 2 1$ の直前の減算器 4 0 3 の出力値を N とする。デジタルフィルタ 5 0 0 の I 信号成分生成系の RAM 1 に値 N が設定されるのでデジタルフィルタ 5 0 0 の初期の出力値は N となる。値 N はディスクの偏心に追従するためのアクチュエータの駆動電圧である。従って、時間 $t 2 1$ でトラッキング制御系が動作を開始しても集束レンズ 1 0 3 が一旦中心位置にもどることがない。仮に、デジタルフィルタ 5 0 0 の初期値が零であると時間 $t 3 1$ で、波形 (e) に点線で示すように一旦出力レベルが下がる。即ち、集束レンズ 1 0 3 が一旦中心位置に戻ろうとする。偏心が大きい場合には安定に目的のトラックにトラッキング制御を引き込むことができない。

【0043】

【発明の効果】以上のように、請求項 1 にかかるトラッキング制御装置によれば、ディスクの情報面上に照射されている光ビームとトラックの位置ずれを検出するトラックずれ検出手段と、前記光ビームがトラックを横切るように移動する移動手段と、前記トラックずれ検出手段の出力に基づいてトラック上に前記光ビームがあるように前記移動手段を PID 制御するトラッキング制御手段と、前記トラッキング制御手段を不動作状態にして他の

16

トラックに前記光ビームを移動させる検索手段とを備え、前記検索手段が動作を完了し、前記トラッキング制御手段を動作させた直後より前記トラッキング制御系が整定する迄は、前記 PID 制御の D 信号成分生成系のゲインを高くするようにしたので、常にトラッキング制御の制御帯域を広げること無くトラッキング制御の引き込み性能を向上できる。

【0044】請求項 2 にかかるトラッキング制御装置によれば請求項 1 に記載のトラッキング制御装置においてトラッキング制御手段が整定したことを所定の時間が経過したことで判定するようにしたので、単純な構成でトラッキング制御手段が整定したことを検出できる。

【0045】請求項 3 にかかるトラッキング制御装置によれば、ディスクの情報面上に照射されている光ビームとトラックの位置ずれを検出するトラックずれ検出手段と、前記光ビームがトラックを横切るように移動する第 1 の移動手段と、前記第 1 の移動手段がトラックを横切るように移動する第 2 の移動手段と、前記トラックずれ検出手段の信号に応じて前記第 1 の移動手段を駆動して前記光ビームがトラック上に位置するように制御するトラッキング制御手段と、前記トラッキング制御手段を不動作状態にして前記第 2 の移動手段を駆動して他のトラックに前記光ビームを移動させる検索手段と、前記検索手段が動作を開始する直前の前記第 1 の移動手段の駆動値 M を記憶し、前記検索手段が動作を開始すると初期値を M として徐々に減少する駆動値で前記第 1 の移動手段を駆動する駆動手段とを備えているので、検索中に第 1 の移動手段が振動することが無く、トラッキング制御の引き込みが安定する。

【0046】請求項 4 にかかるトラッキング制御装置によれば、ディスクの情報面上に照射されている光ビームとトラックの位置ずれを検出するトラックずれ検出手段と、前記光ビームがトラックを横切るように移動する第 1 の移動手段と、前記第 1 の移動手段がトラックを横切るように移動する第 2 の移動手段と、前記トラックずれ検出手段の信号に応じて前記第 1 の移動手段を駆動して前記光ビームがトラック上に位置するように制御するトラッキング制御手段と、前記トラックずれ検出手段の出力信号に基づいてトラックに対する前記光ビームの相対速度を検出する相対速度検出手段と、前記トラッキング制御手段を不動作状態にして前記相対速度検出手段の出力信号に基づいて前記第 1 及び第 2 の移動手段を駆動して他のトラックに前記光ビームを移動させる検索手段とを備え、前記検索手段が動作を完了する直前の前記第 1 の移動手段の駆動値 N を記憶し、前記トラッキング制御手段が動作を開始すると初期値を N として徐々に減少する駆動値を前記トラッキング制御手段の駆動値に加算するようにしたので、トラッキング制御を動作させた直後に第 1 の移動手段が中心位置に戻ろうとすることが無く、トラッキング制御の引き込みが安定する。

【0047】請求項5にかかるトラッキング制御装置によれば、ディスクの情報面上に照射されている光ビームとトラックの位置ずれを検出するトラックずれ検出手段と、前記光ビームがトラックを横切るように移動する第1の移動手段と、前記第1の移動手段がトラックを横切るように移動する第2の移動手段と、前記トラックずれ検出手段の信号に応じて前記第1の移動手段を駆動して前記光ビームがトラック上に位置するようにPID制御するトラッキング制御手段と、前記トラックずれ検出手段の出力信号に基づいてトラックに対する前記光ビームの相対速度を検出する相対速度検出手段と、前記トラッキング制御手段を不動作状態にして前記相対速度検出手段の出力信号に基づいて前記第1及び第2の移動手段を駆動して他のトラックに前記光ビームを移動させる検索手段とを備え、前記検索手段が動作を完了する直前の前記第1の移動手段の駆動値Nを記憶し、前記トラッキング制御手段が動作を開始すると前記PID制御のI信号生成系の積分器の初期値をNに応じた値に設定するようにしたので、トラッキング制御を動作させた直後に第1の移動手段が中心位置に戻ろうとすることが無く、トラッキング制御の引き込みが安定する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態によるトラッキング制御装置のブロック図

【図2】上記実施の形態1におけるデジタルフィルタ204のブロック図

【図3】上記実施の形態1におけるデジタルフィルタ204の特性を示すボード線図

【図4】上記実施の形態1におけるアクチュエータ104のブロック図

【図5】上記実施の形態1におけるトラッキング制御系の開ループ特性を示すボード線図

【図6】上記実施の形態1におけるトラックを示す模式図とTE信号、2値化回路206の出力信号を示す波形図

【図7】本発明の第2の実施の形態によるトラッキング制御装置のブロック図

【図8】上記実施の形態2における位相補償回路200の出力信号を示す波形図

【図9】上記実施の形態2におけるトラックと集束レンズ103の位置関係を示す模式図

【図10】上記実施の形態2における信号発生回路280のブロック図

【図11】上記実施の形態2における位相補償回路200の出力信号、マイコン281の端子aの信号、信号発生回路280出力信号、スイッチ133の端子aの信号、集束レンズ103の変位量を示す波形図

【図12】本発明の第3の実施の形態によるトラッキング制御装置のブロック図

【図13】上記実施の形態3における基準速度発生回路

405の出力信号を示す波形図

【図14】上記実施の形態3における位相補償回路200の出力信号、マイコン401の端子aの出力信号、LPF400の出力信号、減算器403の出力信号、信号発生回路280の出力信号、加算器406の出力信号を示す波形図

【図15】本発明の第4の実施の形態によるトラッキング制御装置のブロック図

【図16】上記実施の形態4におけるデジタルフィルタ500のブロック図

【図17】上記実施の形態4におけるデジタルフィルタ500の出力信号、マイコン401の端子aの出力信号、LPF400の出力信号、減算器403の出力信号、加算器406の出力信号を示す波形図

【図18】従来のトラッキング制御装置のブロック図

【図19】上記従来例におけるトラックと集束レンズ103の位置関係を示す模式図

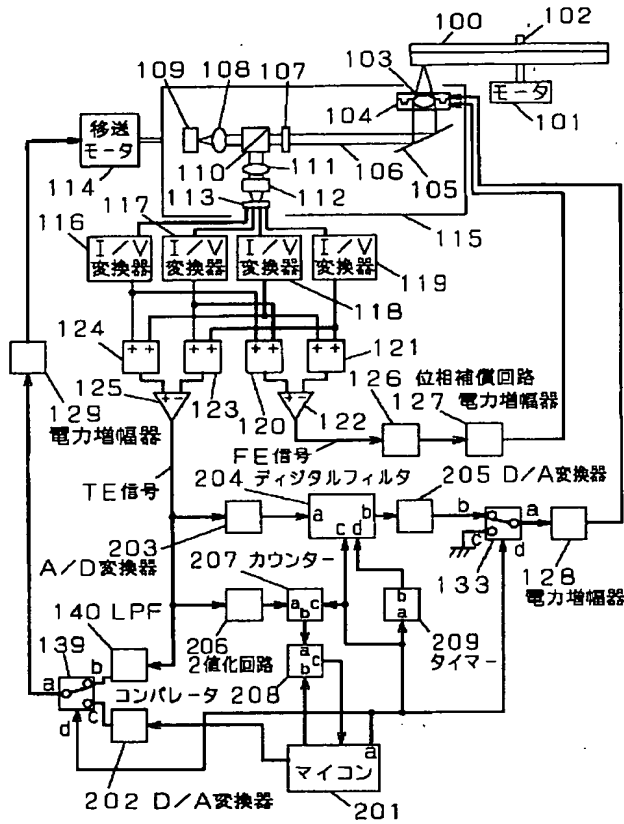
【符号の説明】

100	ディスク
101	モータ
103	集束レンズ
104	アクチュエータ
105	全反射鏡
106	光ビーム
107	1/4波長板
108	カップリングレンズ
109	レーザ
110	偏光ビームスプリッター
111	検出レンズ
112	円筒レンズ
113	光検出器
114	移送モータ
115	移送台
116, 117, 118, 119	I/V変換器
120, 121	加算器
122	差動増幅器
123	加算器
124	加算器
125	差動増幅器
126	位相補償回路
127, 128, 129	電力増幅器
133	スイッチ
139	スイッチ
140	LPF
201	マイコン
202	D/A変換器
203	A/D変換器
204	デジタルフィルタ
205	D/A変換器
206	2値化回路

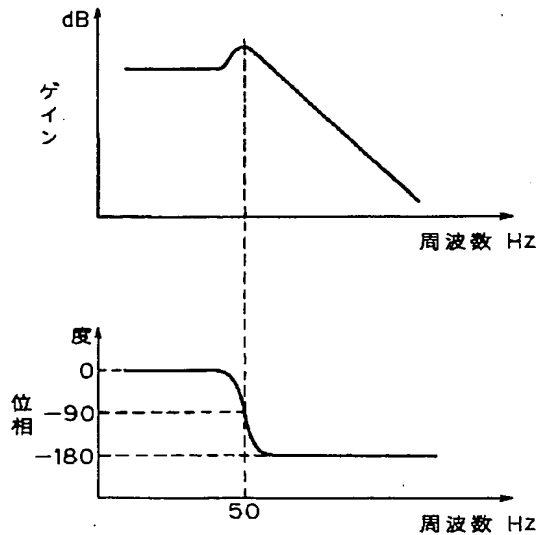
207 カウンター
208 コンパレータ

209 タイマー

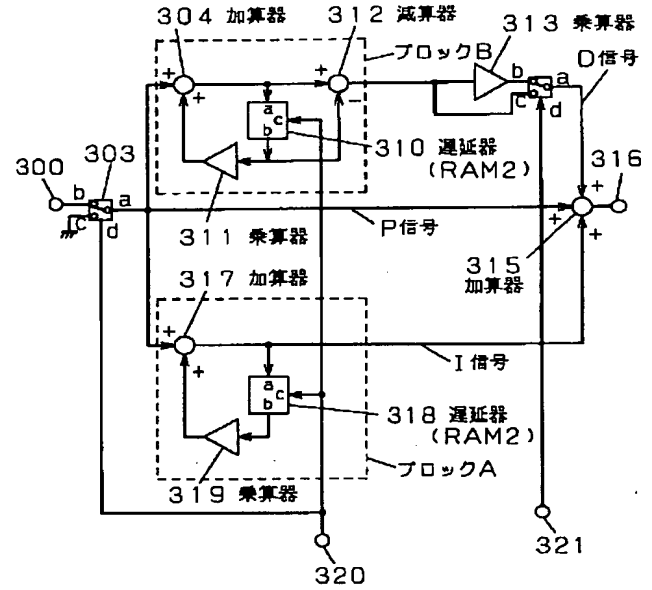
【図1】



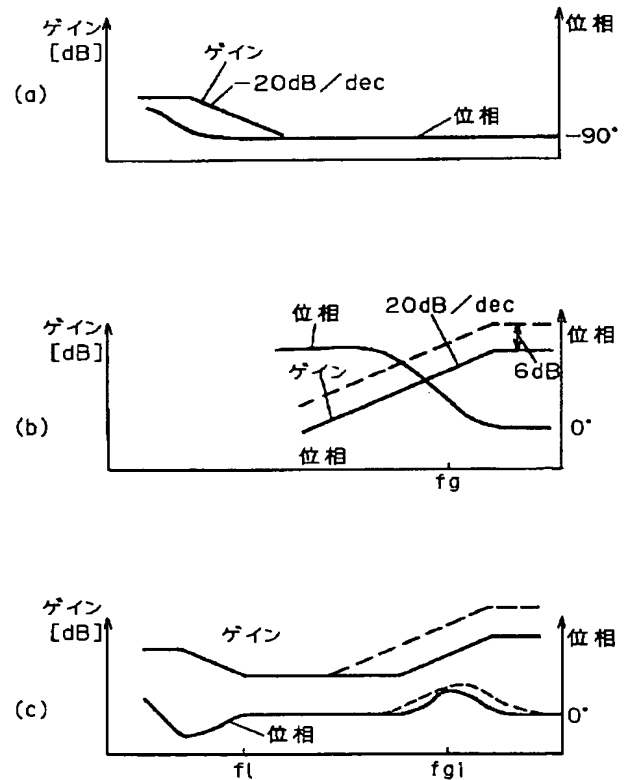
【図4】



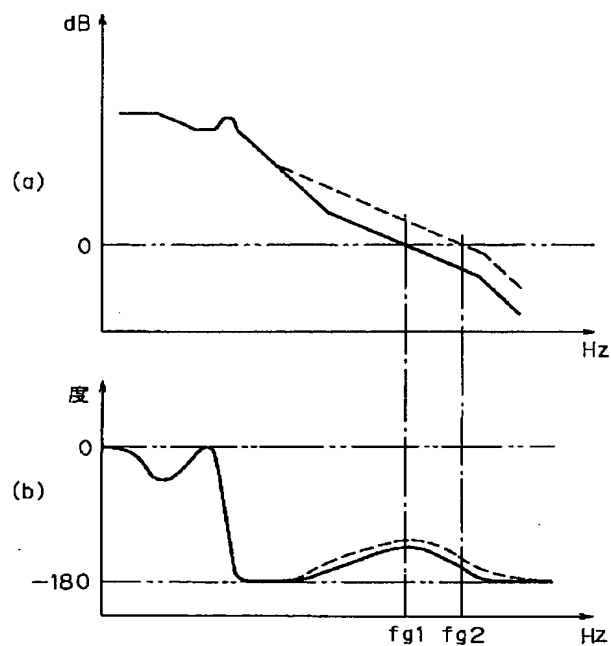
【図2】



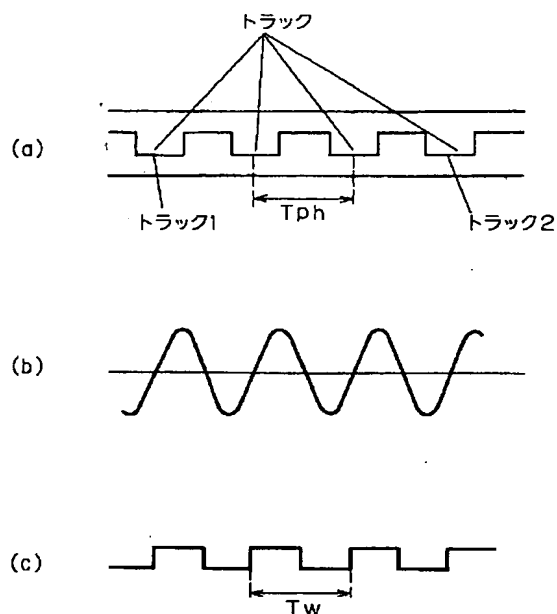
【図3】



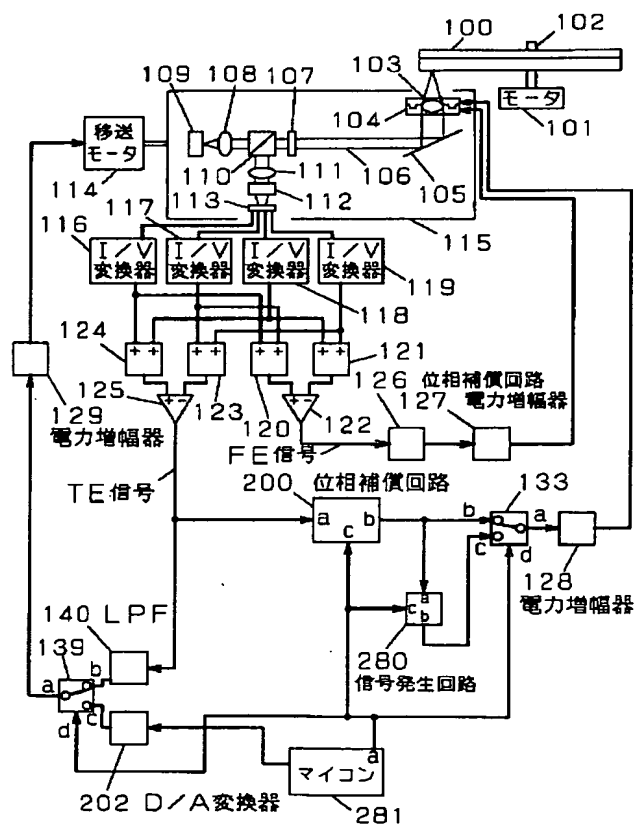
【図5】



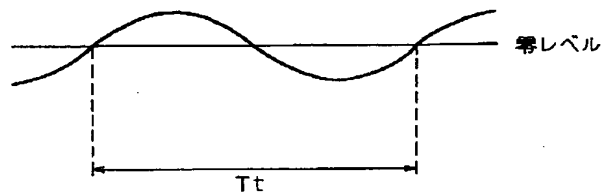
【図6】



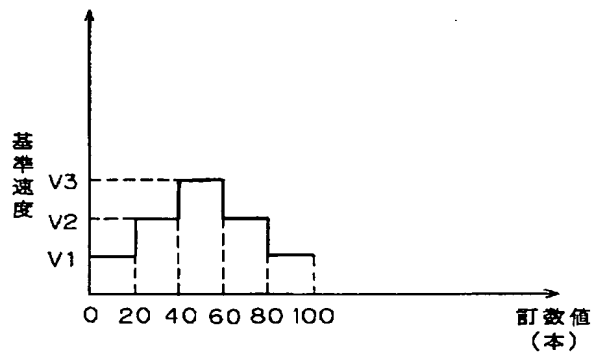
【図7】



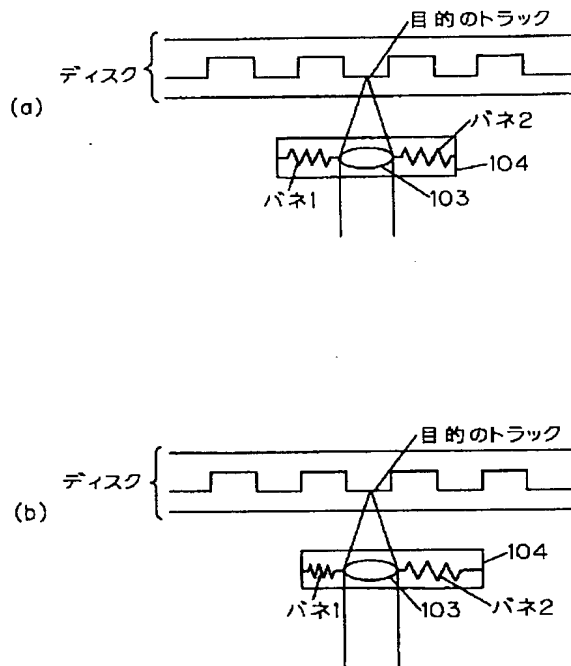
【図8】



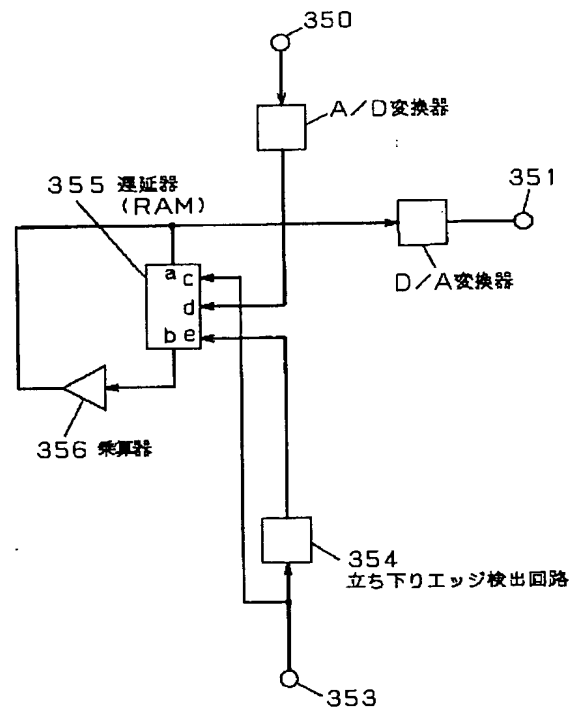
【図13】



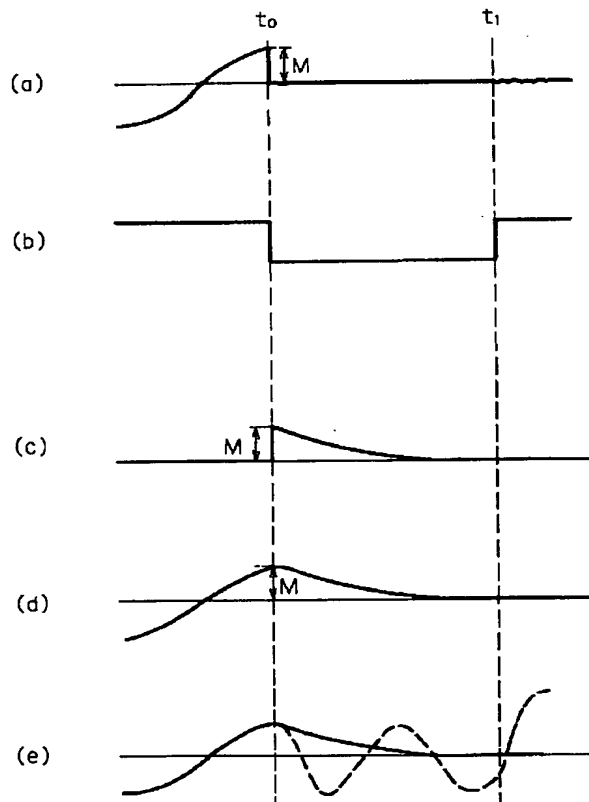
【図9】



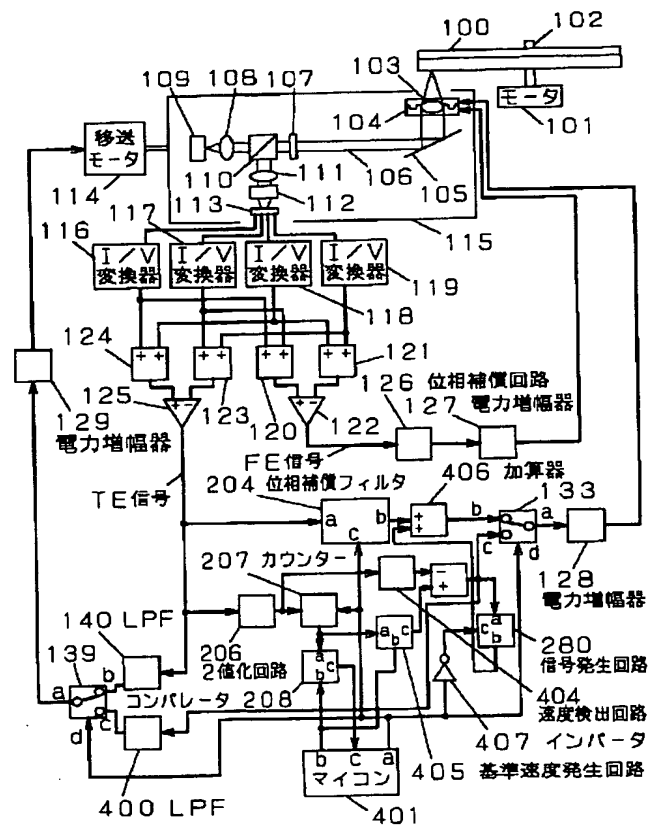
【図10】



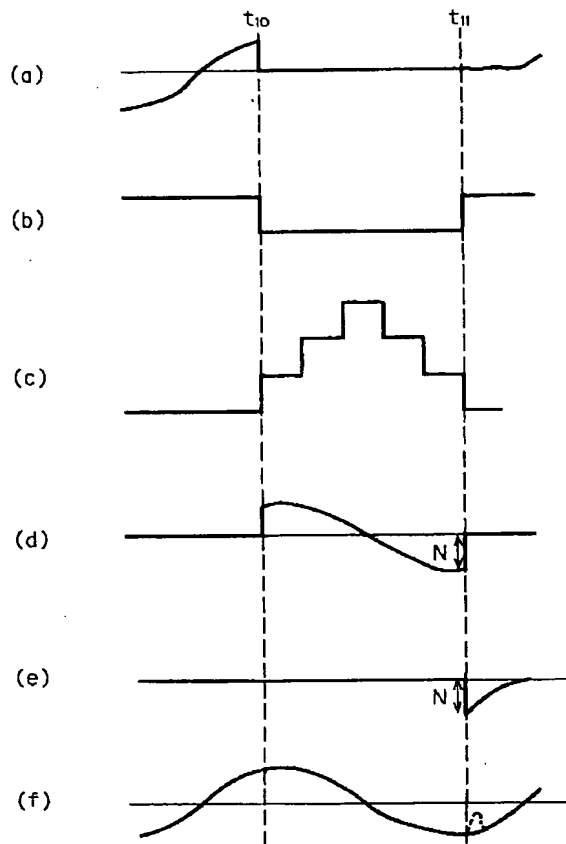
【図11】



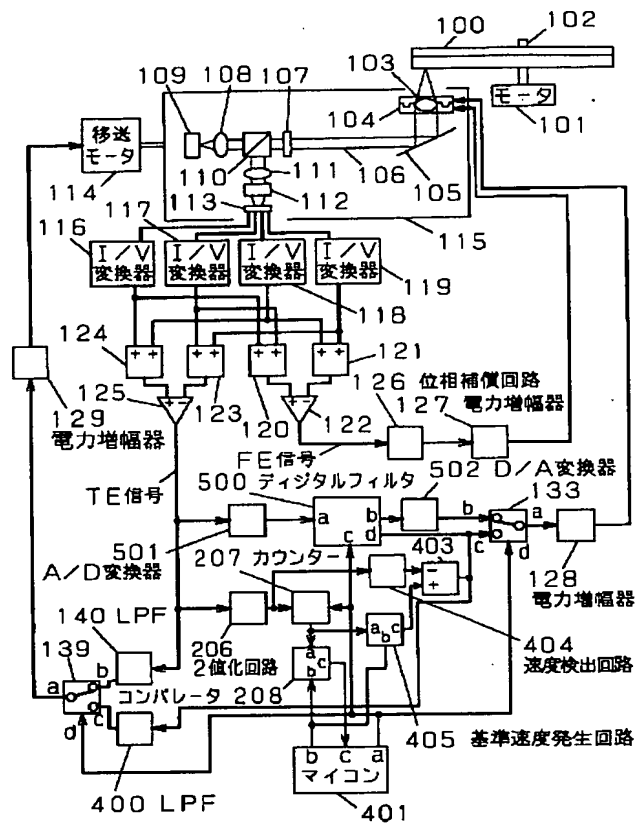
【図12】



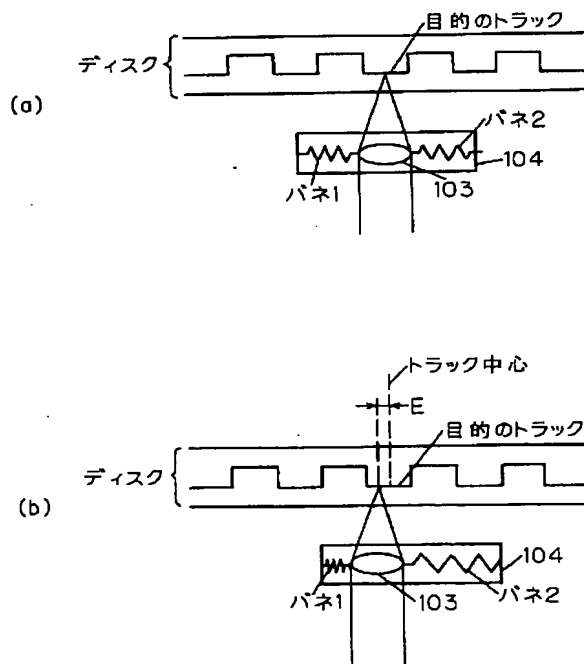
【図14】



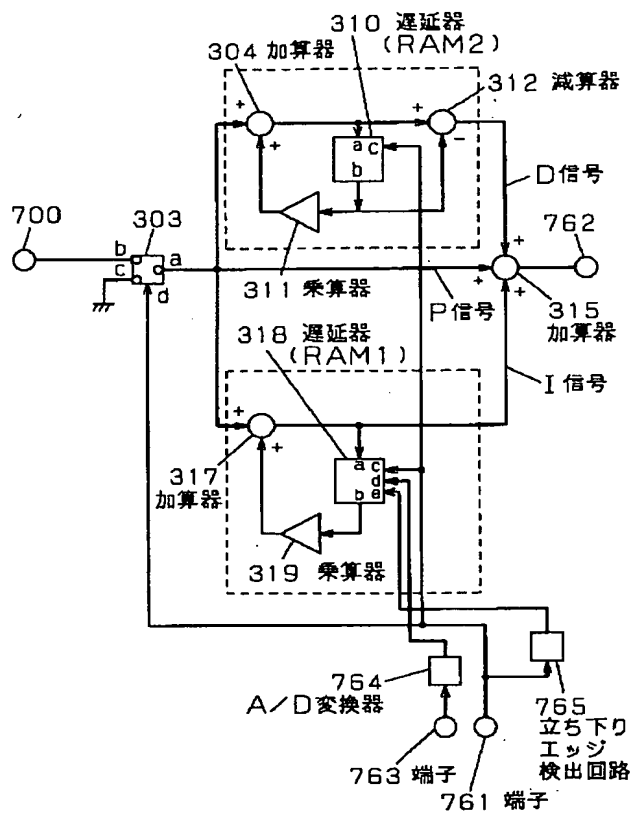
【図15】



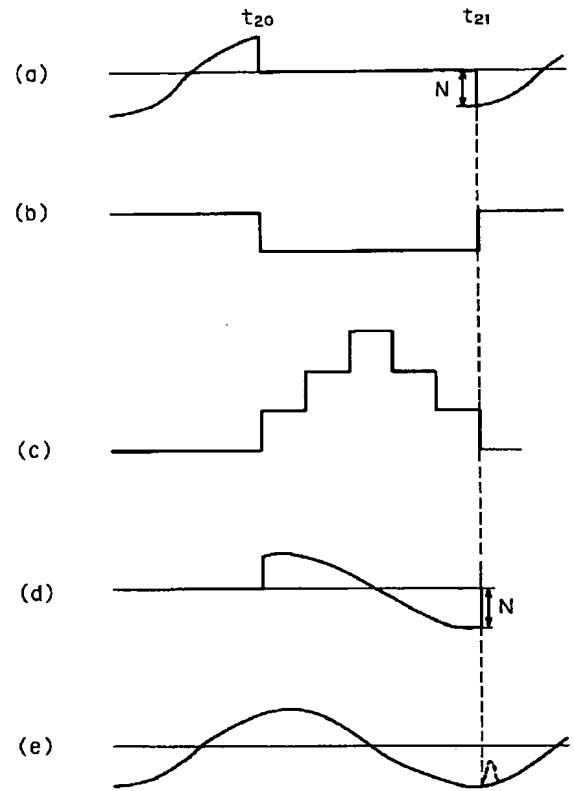
【図19】



【図16】



【図17】



【図18】

